

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-135032

(P2002-135032A)

(43) 公開日 平成14年5月10日 (2002.5.10)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	キーワード (参考)
H 0 1 Q	3/26	H 0 1 Q 3/26	Z 5 J 0 2 1
H 0 4 B	7/06	H 0 4 B 7/06	5 K 0 5 9
	7/08	7/08	D 5 K 0 6 7
	7/10	7/10	A
	7/26	7/26	B

審査請求 有 請求項の数10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2000-324807 (P2000-324807)

(22) 出願日 平成12年10月25日 (2000.10.25)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 菊地 亨

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100088812

弁理士 ▲柳▼川 信

Fターム (参考) 5J021 AA05 AA06 CA06 DB02 DB03

EA04 FA14 FA15 FA16 FA17

FA20 FA26 GA02 HA05 HA10

5K059 CC02 CC03 CC04 DD31

5K067 AA03 AA23 BB02 DD44 EE02

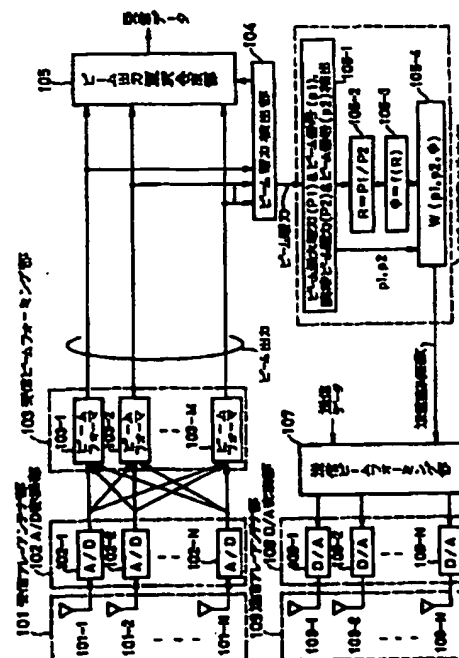
EE10 KK02

(54) 【発明の名称】 送信アンテナ指向性制御装置及びその方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で送信ビームの送信方向精度を向上可能としたマルチビーム方式の送信アンテナ指向性制御装置を得る。

【解決手段】 受信マルチビームのうち最大電力ビームとそれに隣接してより大きい電力ビームとの電力比を求め(105-2)、この電力比から到来電波方向のずれ量を検出して(105-3)、このずれ量でもって、送信マルチビームのための重み係数を補正するように重み係数を演算する(105-4)。これにより、受信電波の到来方向に対して、正確に送信ビームを方向制御することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の受信アレーアンテナ素子と、複数の送信アレーアンテナ素子と、前記受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成する手段と、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、前記複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成手段と、これ等送信重み係数を、前記送信データに乘算して前記送信マルチビームを生成して対応送信アレーアンテナ素子へ供給する手段とを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御装置であって、前記送信重み係数生成手段は、前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出し、この電力比 R から、ビーム中心方向からの前記電波到来方向ずれ量を検出するずれ量検出手段と、

このずれ量に応じて前記送信重み係数を補正して算出する送信重み係数算出手段と、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御装置。

【請求項2】 前記送信重み係数生成手段は、前記最大電力 P_1 のビーム番号 p_1 及び前記隣接電力 P_2 のビーム番号 p_2 を検出する手段を更に有し、前記送信重み係数算出手段は、前記ずれ量を方向補正項とし、かつ前記 p_1 、 p_2 を変数とする関数により、前記送信重み係数を算出するようにしたことを特徴とする請求項1記載の送信アンテナ指向性制御装置。

【請求項3】 前記複数の受信アレーアンテナ素子と、複数の送信アレーアンテナ素子と、前記受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成する手段と、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、前記複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成手段と、これ等送信重み係数を前記送信データに乘算して前記送信マルチビームを生成し対応送信アレーアンテナ素子へ供給する手段とを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御装置であって、前記送信重み係数生成手段は、前記送信マルチビームに対応する重み係数を予め格納した第1の重み係数格納手段と、前記送信マルチビームの各隣接ビーム間に挿入された補間ビームに対応する重み係数を予め格納した第2の重み係数格納手段と、

前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビ-

ームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出する手段と、

前記電力比 R の値に応じて前記第1及び第2の重み係数格納手段の選択を行って選択された格納手段からの重み係数を導出する選択手段と、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御装置。

【請求項4】 前記選択手段は、前記電力比 R が所定閾値より大のとき、前記第1の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 に対応する送信ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする請求項3記載の送信アンテナ指向性制御装置。

【請求項5】 前記選択手段は、前記電力比 R が所定閾値以下のとき、前記第2の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 と前記隣接電力 P_2 との間の補間ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする請求項3または4記載の送信アンテナ指向性制御装置。

【請求項6】 複数の受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成するステップと、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成ステップと、これ等送信重み係数を、前記送信データに乘算して前記送信マルチビームを生成して対応送信アレーアンテナ素子へ供給するステップとを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御方法であって、前記送信重み係数生成ステップは、

前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出し、この電力比 R から、ビーム中心方向からの前記電波到来方向ずれ量を検出するずれ量検出ステップと、

このずれ量に応じて前記送信重み係数を補正して算出する送信重み係数算出ステップと、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御方法。

【請求項7】 前記送信重み係数生成ステップは、前記最大電力 P_1 のビーム番号 p_1 及び前記隣接電力 P_2 のビーム番号 p_2 を検出するステップを更に有し、前記送信重み係数算出ステップは、前記ずれ量を方向補正項とし、かつ前記 p_1 、 p_2 を変数とする関数により、前記送信重み係数を算出するようにしたことを特徴とする請求項6記載の送信アンテナ指向性制御方法。

【請求項8】 複数の受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成するステップと、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、複数の送信アレーアンテナ素

子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成ステップと、これ等送信重み係数を前記送信データに乗算して前記送信マルチビームを生成し対応送信アレーアンテナ素子へ供給するステップとを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御方法であって、

前記送信マルチビームに対応する重み係数を予め格納した第1の重み係数格納手段及び前記送信マルチビームの各隣接ビーム間に挿入された補間ビームに対応する重み係数を予め格納した第2の重み係数格納手段を予め準備しておき、

前記送信重み係数生成ステップは、

前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出するステップと、

前記電力比 R の値に応じて前記第1及び第2の重み係数格納手段の選択を行って選択された格納手段からの重み係数を導出する選択ステップと、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御方法。

【請求項9】 前記選択ステップは、前記電力比 R が所定閾値より大のとき、前記第1の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 に対応する送信ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする請求項8記載の送信アンテナ指向性制御方法。

【請求項10】 前記選択ステップは、前記電力比 R が所定閾値以下のとき、前記第2の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 と前記隣接電力 P_2 との間の補間ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする請求項8または9記載の送信アンテナ指向性制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は送信アンテナ指向性制御装置及びその方法に関し、特に複数の受信アレーアンテナ素子によって上り方向の電波を受信しこの受信信号に従って複数の送信アレーアンテナ素子から送信すべき下り送信信号の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 符号分割多重アクセス(CDMA: Code Division Multiple Access)方式は加入者容量を増大できる可能性があり、次世代の移動通信セルラシステムの無線アクセス方式として期待されている。しかし、基地局受信側では同一キャリアで同時アクセスする他ユーザ信号が干渉となり、移動局受信側では他ユーザへ送信した信号が干渉となる問題がある。これらの干渉を除去する方法として、アレーアンテナを使用した技術がある。

【0003】 アレーアンテナは複数のアンテナで信号を

送信受信し、複素数の重み付け合成を行うことで、各アンテナの受信信号の振幅、位相を制御して指向性ビームを形成し、他ユーザ干渉を抑圧する。かかるアレーアンテナの制御方式の一つにマルチビーム方式がある。

【0004】 マルチビーム方式を用いた従来の送信指向性制御装置のブロックの一例を図7に示す。マルチビーム方式では、まず、受信アレーアンテナ部101で、近接して配置される N 個(N は2以上の整数)のアンテナ素子101-1~101- N で信号を受信し、 A/D 変換部102のアンテナ毎の A/D 変換器102-1~102- N でそれぞれデジタル信号に変換する。

【0005】 この受信信号に対して受信ビームフォーミング部103で、 M 個(M は2以上の整数)の固定ビームのビームフォーマ103-1~103- M を用いて、乗算器301-1~301- N により、あらかじめ計算された重み係数を乗算し、これを合成することにより位相と振幅を制御し、特定の方向へ形成されたビームでの受信を実現する。

【0006】 この M 個の固定ビームは所定の空間領域(例えばセクタ)をできるだけ均等にカバーするように配置される。図4には、この様なマルチビームのビームパターンの例として、 $\pm 90^\circ$ を6つの直交マルチビーム①~⑥を用いてカバーする場合を示す。直交マルチビームは、各ビームピーク位置に他のビームのヌルが向くように形成されるようになっている。

【0007】 受信側では、ビーム電力検出部104でビームフォーマ103-1~103- M の各出力の電力を測定し、この受信電力をビーム番号と共にビーム出力選択合成部105に通知する。ビーム出力選択合成部105は、この受信電力からレベルの大きな受信電力を示すビームを一つ以上選択して合成し出力する。図4に示すマルチビームを用いた場合には、隣接する2つのビームの交点付近では、その受信利得がビームのピークに比べ約4dB劣化する。そのために、当該交点方向から到来する希望電波の信号は、その交点に対して隣接する2つのビームで信号を受信し、その出力を合成することにより受信電力の補償ができる。

【0008】 マルチビーム方式を用いて下り送信を行う場合、ビーム電力検出部104で検出される受信電力を用いて、最大ビーム重み選択部206で、最大の受信電力を示すビームを選択し、そのビームに相当する下り用重み係数を用いて送信ビームフォーミング部107でユーザデータを送信する。 D/A 変換器108-1~108- N でアナログ変換された信号は、送信アレーアンテナ109-1~109- N で送信される。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 マルチビーム方式を用いて下り送信を行う際には、ユーザが隣接する2つのビームの交点付近に位置する場合、2つのビームのうち、どちらか一方のビームを選択して送信しても、送信方向

は最適と思われる方向からずれてしまうという問題がある。

【0010】この解決策としては、固定ビームの数を増やし、送信方向の分解能を上げる手段も考えられるが、それに伴い上りのビームフォーマ103-1~103-M、ビーム電力検出部106の演算量が増加するという問題がある。

【0011】本発明の目的は、簡単な構成で送信ビームの送信方向精度を向上可能とした送信アンテナ指向性制御装置及びその方法を提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、複数の受信アレーアンテナ素子と、複数の送信アレーアンテナ素子と、前記受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成する手段と、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、前記複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成手段と、これ等送信重み係数を、前記送信データに乗算して前記送信マルチビームを生成して対応送信アレーアンテナ素子へ供給する手段とを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御装置であって、前記送信重み係数生成手段は、前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出し、この電力比 R から、ビーム中心方向からの前記電波到来方向ずれ量を検出するずれ量検出手段と、このずれ量に応じて前記送信重み係数を補正して算出する送信重み係数算出手段と、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御装置が得られる。

【0013】そして、前記送信重み係数生成手段は、前記最大電力 P_1 のビーム番号 p_1 及び前記隣接電力 P_2 のビーム番号 p_2 を検出する手段を更に有し、前記送信重み係数算出手段は、前記ずれ量を方向補正項とし、かつ前記 p_1 、 p_2 を変数とする関数により、前記送信重み係数を算出するようにしたことを特徴とする。

【0014】また本発明によれば、前記複数の受信アレーアンテナ素子と、複数の送信アレーアンテナ素子と、前記受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成する手段と、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、前記複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成手段と、これ等送信重み係数を前記送信データに乗算して前記送信マルチビームを生成し対応送信アレーアンテナ素子へ供給する手段とを含み、前記受信アレーア

ンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御装置であって、前記送信重み係数生成手段は、前記送信マルチビームに対応する重み係数を予め格納した第1の重み係数格納手段と、前記送信マルチビームの各隣接ビーム間に挿入された補間ビームに対応する重み係数を予め格納した第2の重み係数格納手段と、前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出する手段と、前記電力比 R の値に応じて前記第1及び第2の重み係数格納手段の選択を行って選択された格納手段からの重み係数を導出する選択手段と、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御装置が得られる。

【0015】そして、前記選択手段は、前記電力比 R が所定閾値より大のとき、前記第1の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 に対応する送信ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とし、また、前記選択手段は、前記電力比 R が所定閾値以下のとき、前記第2の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 と前記隣接電力 P_2 の間の補間ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする。

【0016】本発明によれば、複数の受信アレーアンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成するステップと、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成ステップと、これ等送信重み係数を、前記送信データに乗算して前記送信マルチビームを生成して対応送信アレーアンテナ素子へ供給するステップとを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御方法であって、前記送信重み係数生成ステップは、前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力ビームに隣接してより大きい電力ビームの隣接電力 P_2 との電力比 R を算出し、この電力比 R から、ビーム中心方向からの前記電波到来方向ずれ量を検出するずれ量検出ステップと、このずれ量に応じて前記送信重み係数を補正して算出する送信重み係数算出ステップと、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御方法が得られる。

【0017】そして、前記送信重み係数生成ステップは、前記最大電力 P_1 のビーム番号 p_1 及び前記隣接電力 P_2 のビーム番号 p_2 を検出するステップを更に有し、前記送信重み係数算出ステップは、前記ずれ量を方向補正項とし、かつ前記 p_1 、 p_2 を変数とする関数により、前記送信重み係数を算出するようにしたことを特徴とする。

【0018】また本発明によれば、複数の受信アレーア

ンテナ素子からの各受信信号を予め設定された重み係数にて重み合成して受信マルチビームを生成するステップと、この受信マルチビームの各電力を検出して検出電力に応じて送信データに対する送信重み係数を、複数の送信アレーアンテナ素子に対応する送信マルチビームにそれぞれ対応して生成する送信重み係数生成ステップと、これ等送信重み係数を前記送信データに乗算して前記送信マルチビームを生成し対応送信アレーアンテナ素子へ供給するステップとを含み、前記受信アレーアンテナ素子への電波到来方向に前記送信アレーアンテナ素子の指向性制御をなすようにした送信アンテナ指向性制御方法であって、前記送信マルチビームに対応する重み係数を予め格納した第1の重み係数格納手段及び前記送信マルチビームの各隣接ビーム間に挿入された補間ビームに対応する重み係数を予め格納した第2の重み係数格納手段を予め準備しておき、前記送信重み係数生成ステップは、前記検出電力のうち最大電力 P_1 と、この最大電力に隣接する隣接電力 P_2 との電力比 R を算出するステップと、前記電力比 R の値に応じて前記第1及び第2の重み係数格納手段の選択を行って選択された格納手段からの重み係数を導出する選択ステップと、を有することを特徴とする送信アンテナ指向性制御方法が得られる。

【0019】そして、前記選択ステップは、前記電力比 R が所定閾値より大のとき、前記第1の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 に対応する送信ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とし、また前記選択ステップは、前記電力比 R が所定閾値以下のとき、前記第2の重み係数格納手段を選択して、前記最大電力 P_1 と前記隣接電力 P_2 との間の補間ビームの重み係数を導出するようにしたことを特徴とする。

【0020】本発明の作用を述べる。受信マルチビームのうち最大電力ビームとそれに隣接して次に大きい電力ビームとの電力比を求め、この電力比から到来電波方向のずれ量を検出して、このずれ量をもって、送信マルチビームのための重み係数を補正するように重み係数を演算する。これにより、受信電波の到来方向に対して、正確に送信ビームを方向制御することが可能となる。

【0021】また、送信マルチビームの他に、これ等マルチビームの間に補間ビームを準備しておき、上記電力比が閾値より大のときには、電力が最大のビームに相当する固定ビームに対応する重み係数を使用し、閾値以下のときには、補間ビームに対応する重み係数を使用し、電力が弱いときに、送信ビームの指向性を良好とする。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照しつつ本発明の実施例を詳述する。図1は本発明の一実施例の構成を示すブロック図であり、図7と同等部分は同一符号にて示している。図1において、 N 個の受信アレーアンテナ素子 $101-1 \sim 101-N$ で受信された信号は、それぞれ

れの各素子に対応したA/D変換器 $102-1 \sim 102-N$ により、A/D変換される。A/D変換された信号は、それぞれ M 個のビームフォーマ $103-1 \sim 103-M$ に入力される。

【0023】ビームフォーマ $103-1 \sim 103-M$ は、図2に示すように、受信信号に対して乗算器 $301-1 \sim 301-N$ で、予め計算された重み係数で重み付け合成を行い、 M 個のマルチビーム出力が生成される。ビームフォーマ $103-1 \sim 103-M$ でビームフォーミングされた M 個のビーム出力は、ビーム電力検出部 104 およびビーム出力選択合成部 105 へ入力される。

【0024】ビーム電力検出部 104 は、マルチビームの M 個の受信信号電力をそれぞれ求め、その結果はビーム出力選択合成部 105 および重み生成部 106 へ入力される。ビーム出力選択合成部 105 では、ビーム電力検出部 104 からの受信電力の情報から、ビームフォーマ $103-1 \sim 103-M$ の M 個の出力のうち1つ以上が選択され、合成される。

【0025】送信重み生成部 106 では、ビーム電力検出部 104 からの受信電力の情報から、最大の電力を示すビームのビーム番号 p_1 とそのビーム電力 P_1 、およびこれに隣接するビームのうち、より大きな電力を示すビームのビーム番号 p_2 とそのビーム電力 P_2 とが求められる。この P_1 と P_2 とから電力比 R_p が計算される。この R_p から到来方向ずれ ϕ が計算され、さらに p_1 と p_2 とから重み係数が計算される。

【0026】送信ビームフォーミング部 107 では、図3に示すように、乗算器 $401-1 \sim 401-N$ で、重み係数が各素子の送信信号に重み付けされ、D/A変換器 $108-1 \sim 108-N$ へ入力される。D/A変換器 $108-1 \sim 108-N$ は、入力信号をD/A変換し、送信アレーアンテナ $109-1 \sim 109-N$ へ入力し、ビームフォーミングされた信号として送出される。

【0027】ここで、送信ビームに最大電力の出力を与える受信ビームの方向を用いると、送信方向ずれが大きくなるため(図4の①参照)、本発明では受信ビームの電力情報から送信方向のずれを量を検出して、この検出されたずれ量に基づいて、送信ビームの重み係数の補正を行うようにしており、これにより、簡易に送信ビームの送信方向精度が向上可能となる。

【0028】図1の本発明による送信アンテナ指向性制御装置の一実施例をより具体的に説明する。受信アレーアンテナ部 101 は、複数のアレーアンテナ素子 $101-1 \sim 101-N$ を有し、CDMA信号を受信する。A/D変換部 102 は、 N 個のA/D変換器 $102-1 \sim 102-N$ を有し、アレーアンテナ素子 $101-1 \sim 101-N$ の出力をそれぞれA/D変換する。

【0029】受信ビームフォーミング部 103 は M 個のビームフォーマ $103-1 \sim 103-M$ を有し、A/D変換部 102 の出力を受けて、マルチビームでビームフ

フォーミングを行い、M個のビーム出力を形成する。ビーム電力検出部104は、ビームフォーマ103-1~103-Mでビームフォーミングされた各ビーム出力の電力測定を行う。ビーム出力選択合成部105は、ビーム電力検出部104からの各ビームの電力情報をもとに、ビーム出力の中からレベルの大きな1つ以上の出力を選択し合成する。

【0030】送信重み生成部106は、ビーム電力検出部104からの各ビームの電力情報に基づき、上りのマルチビームの方向分解能より高い精度の送信ビームを形成するように、送信重みを生成する。送信ビームフォーミング部107は、各アンテナ素子に重み付けされた送信データを送ることにより、送信データにビームフォー

$$W_n(p) = (1/6) \exp \{ j 2 \pi (1/6) (p-1) (n-1) + j (\pi/6) (n-1) \} \dots (1)$$

ここで、pはビーム番号でp=0~5である。nはアンテナ重み番号でn=0~5である。

【0034】送信重み生成部106では、まず、ビーム電力検出部104から各ビームの電力情報を受け取り、最大の電力を示すビームのビーム番号p1とその受信電力P1およびこれに隣接するビームのうちより大きな電力を示すビームのビーム番号p2とその電力P2とを検出する(105-1)。

【0035】ここで検出されたP1とP2とから、この2つの電力比Rpを計算する(105-2)。

【0036】 $R_p = P_1 / P_2 \dots (2)$

$$W_n(p_1, p_2, \phi) = (1/6) \exp \{ j 2 \pi (1/6) (p_1-1) (n-1) + j (\pi/6) (n-1) + j (p_2 - p_1) \pi \sin \phi \} \dots (4)$$

図4は受信における6パターンのマルチビームを表している。上り受信において図4の矢印の方向から信号が到来する場合、ビーム電力検出部104から出力される受信電力から下り送信の重み生成部106では、p1は①、p2は②と検出される。

【0040】この場合、(4)式で、右辺の第1項のp1で①を基準のビームとすることを表し、第3項の(p2-p1)は正負の値で隣接ビームが左右どちらにあるのかを表し、 $\pi \sin \phi$ で、ビームの方向制御の大きさを表している。

【0041】図5は本発明の他の実施例の一部を示しており、図1の送信重み生成部の他の構成例(A)及びその動作フロー(B)であり、他の構成は図1のそれと同一であるので、図示及び説明は省略している。

【0042】図1の実施例では、上りの受信電力の比から適時重み係数の計算を行っているが、図4に示した様に、ビームの中心付近では、隣接する2つのビームの受信電力差が大きくなり、 ϕ の計算が困難になる。これは、弱い受信電力の検出が難しくなることや、Rpの存在範囲が大きくなり、(3)式のテーブルの規模が大きくなるためである。

【0043】そこで、図6に示した様に、図4のマルチ

ミングを施す。D/A変換部108はN個のD/A変換器108-1~108-Nを有し、送信ビームフォーミング部107からの出力をD/A変換する。

【0031】送信アレーアンテナ部109は複数のアレーアンテナ素子109-1~109-Nを有し、各アンテナから送信データを送信する。

【0032】送信重み生成部106の動作をさらに詳しく説明する。アレーアンテナに6素子の直線アレーを用い、簡単化のためアンテナ素子間隔は送信受信ともに半波長間隔と仮定する。図4に示すマルチビームを用いるものとする、各ビームの重み係数は次式のように計算される。

【0033】

※次に、このRpからビームの中心方向からの信号到来方向 ϕ を計算する(105-3)。

【0037】 $\phi_p = f(R_p) \dots (3)$

この関数の逆特性がビームの利得特性から容易に計算できるため、 ϕ の計算は ϕ とRpとの対応関係を予め格納したROM等のテーブルを参照する方法が適している。

【0038】(1)式と(3)式から、上り受信に用いた重み係数に信号到来方向制御項である方向補正項を加えることで、下り送信に用いる重み係数は以下のように求められる。

※【0039】

ビームの各ビームの間に一つずつ補間ビーム(細い実線で示す)を用意し、その補間ビームを選択するかどうかの判断のみを行う。電力比Rpを求めるところまでは(505-1、505-2)、先の実施例と同様である。この電力比Rpに対して、適当な閾値RTHを設けておき、比較部505-3で、電力比Rpと閾値RTHとを比較してRpが、

$R_p \leq R_{TH}$

の条件を満たす時には、p1とp2との間にある補間ビームを用い、

$R_p > R_{TH}$

の場合には、最大受信電力を示す固定ビームp1を用いる(505-4)。これにより、送信ビームの方向分解能は2倍になる。閾値は、ビームの利得特性から容易に計算できることになる。

【0044】なお、重み選択部505-4において、p1の固定ビームに相当する重み係数を選択する方法としては、予めこれ等固定ビーム(図5の①~⑥に相当する各送信ビーム)に対応する重み係数をROM等の記録媒体(テーブル)に登録しておき、このテーブルを索引するようにする。

【0045】また、p1とp2との間の補間ビームを選

択する例としても、同様に、これ等補間ビーム（図6の細い線で示される各ビーム）に対応する重み係数をテーブルに登録しておき、このテーブルを索引するようにする。

【0046】

【発明の効果】叙上の如く、本発明によれば、受信で用いたマルチビームの方向分解能よりも精度の高い方向分解能の送信ビームを、極めて簡易に形成できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例のブロック図である。

【図2】受信ビームフォーマの例を示す図である。

【図3】送信ビームフォーマの例を示す図である。

【図4】マルチビームパターンの例を示す図である。

【図5】本発明の他の実施例を示す図であり、(A)は*

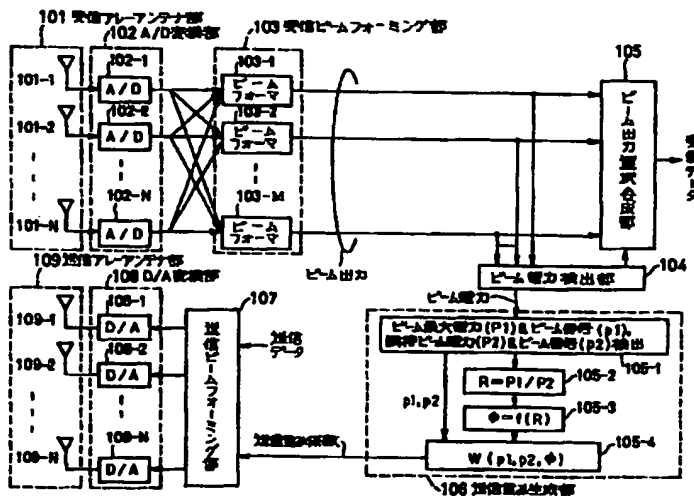
*そのブロック図、(B)はそのフローチャートである。
【図6】補間ビームを含めたマルチビームパターンの例を示す図である。

【図7】従来装置の一例を示すブロック図である。

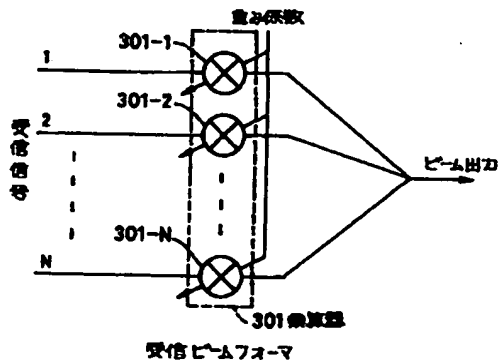
【符号の説明】

- 101 受信アレーアンテナ部
- 102 A/D変換部
- 103 受信ビームフォーミング部
- 104 ビーム電力検出部
- 105 ビーム出力選択合成部
- 106 送信重み生成部
- 107 送信ビームフォーミング部
- 108 D/A変換部
- 109 送信アレーアンテナ部

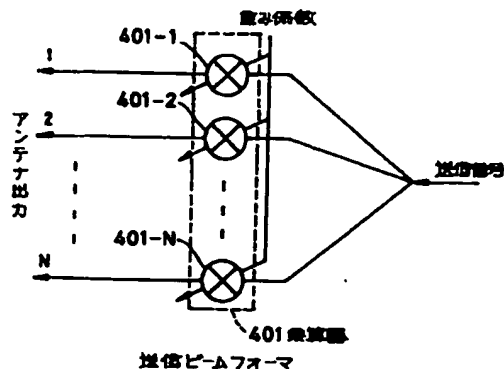
【図1】



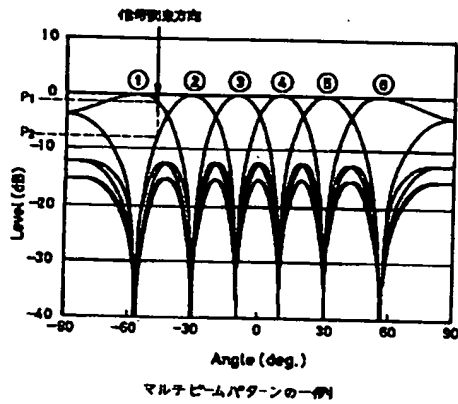
【図2】



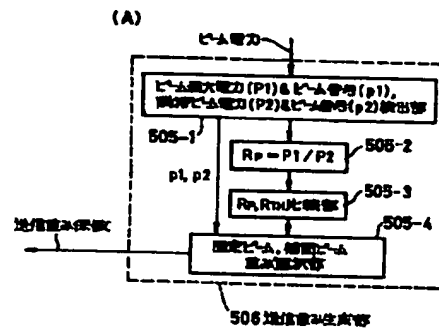
【図3】



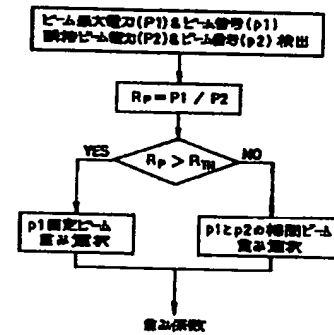
【図4】



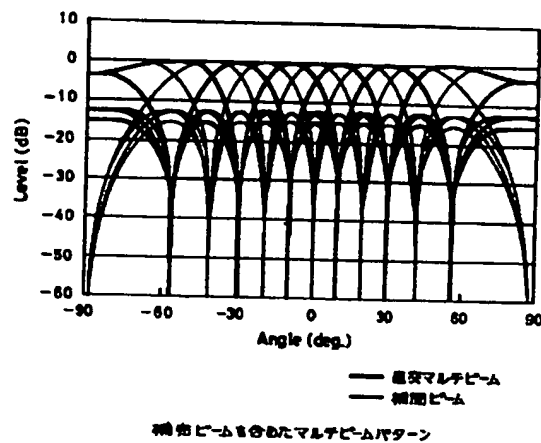
【図5】



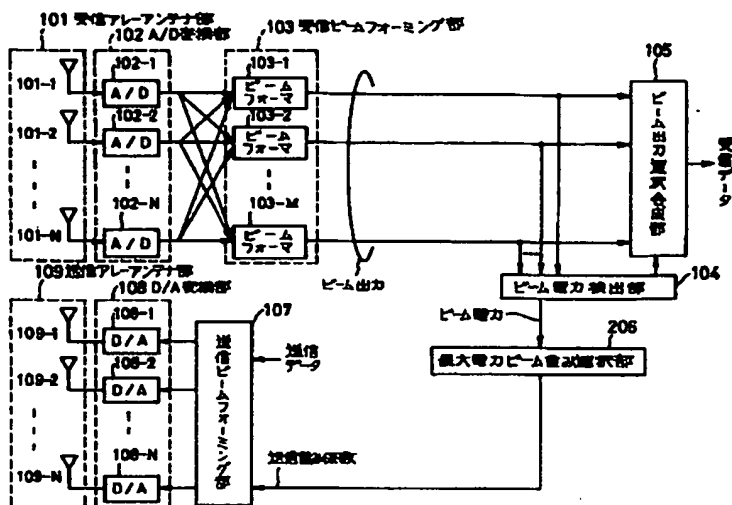
(B)



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.